

Министерство науки и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф-Рабочая программа дисциплины		

УТВЕРЖДЕНО  
решением Ученого совета ФМИАТ

от « 18 » мая 2021 г., протокол № 4/21  
Председатель Волков М.А.

*подпись, расцифровка подписи*

« 18 » мая 2021 г.

### РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Дисциплина	Математический анализ
Факультет	Математики, информационных и авиационных технологий
Кафедра	Прикладной математики
Курс	1, 2

Направление (специальность): **01.03.02 Прикладная математика и информатика**

Направленность (профиль/специализация): Имитационное моделирование и анализ данных

Форма обучения: очная

Дата введения в учебный процесс УлГУ: 1 сентября 2021 г.

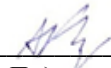

Программа актуализирована на заседании кафедры: протокол № 10 от 22.04 2022 г.

Программа актуализирована на заседании кафедры: протокол № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_ 20\_\_\_\_ г.

Программа актуализирована на заседании кафедры: протокол № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_ 20\_\_\_\_ г.

Сведения о разработчиках:

ФИО	Кафедра	Должность, ученая степень, звание
Савинов Ю.Г.	ПМ	Доцент, к.ф.м.н., доцент
Веревкин А.Б.	ПМ	Доцент, к.ф.м.н., доцент
Гаврилова М.С.	ПМ	Доцент, к.ф.м.н.

СОГЛАСОВАНО	СОГЛАСОВАНО
Заведующий кафедрой, реализующей дисциплину	Заведующий выпускающей кафедрой
 / Бутов А.А. / Подпись / ФИО « 18 » 05 2021 г.	 / Бутов А.А. / Подпись / ФИО « 18 » 05 2021 г.

Министерство науки и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф-Рабочая программа дисциплины		

## 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ:

**Цели освоения дисциплины:** освоение основ и методов теории пределов, теории дифференциального и интегрального исчисления функций одного и нескольких переменных, теории рядов; формирование уровня математической культуры, достаточного для понимания и усвоения последующих курсов, базирующихся на данной дисциплине; привитие навыков исследовательской работы.

**Задачи освоения дисциплины:** изучение базовых понятий теории числовых множеств и функций действительного переменного; изучение основных определений и теорем о пределах последовательностей и функций, понятия непрерывности функций; изучение дифференциального исчисления функций одного и нескольких переменных, приложений производной для исследования функций и приближенных вычислений; изучение интегрального исчисления функций одного и нескольких переменных, приложений интегралов в решении различных прикладных задач; изучение основ теории числовых и функциональных рядов.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП:


Дисциплина «Математический анализ» (Б1.О.27) относится к дисциплинам Обязательной части Блока 1 «Дисциплины (модули)» Основной Профессиональной Образовательной Программы по направлению подготовки – 01.03.02 Прикладная математика и информатика. Данная дисциплина базируется на входных знаниях, умениях, навыках и компетенциях студента, полученных им в школе. Результаты освоения дисциплины будут необходимы для дальнейшего процесса обучения в рамках поэтапного формирования компетенций при изучении последующих дисциплин – «Комбинаторика», «Физика», «Дифференциальные уравнения», «Численные методы», «Функциональный анализ», «Теория вероятностей и математическая статистика», «Теория случайных процессов» и «Управляемые стохастические системы данных», а также для прохождения государственной итоговой аттестации.

## 3. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ), СООТНЕСЕННЫХ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОСНОВНОЙ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Код и наименование реализуемой компетенции	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с индикаторами достижения компетенций
ОПК-1 – Способен применять фундаментальные знания, полученные в области математических и (или) естественных наук, и использовать их в профессиональной деятельности;	Знать: множества и функции, поле действительных чисел; предел последовательности, предел функции, непрерывность функции, точки разрыва функции; дифференцируемость функции, дифференциал, производную функции, монотонность функции, экстремумы, выпуклость, точки перегиба, асимптоты; первообразную и интеграл Римана функции одной переменной, меру и длину подмножеств вещественных чисел; понятие несобственных интегралов на бесконечном промежутке и от неограниченной функции; понятие
ОПК-2 – Способен использовать и адаптировать существующие	

Министерство науки и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф-Рабочая программа дисциплины		

<p>математические методы и системы программирования для разработки и реализации алгоритмов решения прикладных задач;</p> <p>ОПК-3 – Способен применять и модифицировать математические модели для решения задач в области профессиональной деятельности.</p>	<p>числового ряда, функциональной последовательности и функционального ряда; сходимость числового ряда, абсолютную и условную сходимость рядов, перестановки рядов, умножение рядов; поточечную и равномерную сходимость функциональных последовательностей и рядов; свойства равномерно сходящихся функциональных последовательностей и рядов; функции нескольких переменных и их непрерывность, пределы, частные производные и дифференциалы; свойства поточечно и равномерно сходящихся семейств функций, зависящих от параметра; свойства собственных интегралов, зависящих от параметра; свойства несобственных интегралов, зависящих от параметра; свойства и приложения кратных интегралов Римана на измеримых множествах; свойства и приложения криволинейных и поверхностных интегралов.</p> <p>Уметь: вычислять пределы последовательностей, пределы рациональных и иррациональных выражений; находить пределы (раскрывать неопределенности) непосредственно и с помощью табличных эквивалентностей, правила Лопиталья и формулы Тейлора; находить точки разрыва функции и определять их тип; исследовать функции с помощью производной и строить их графики; находить первообразные и интегралы элементарных функций; находить пределы (раскрывать неопределенности) функций многих переменных; находить экстремумы функций многих переменных; исследовать числовые ряды на сходимость; находить предельные функции и исследовать функциональные последовательности (ряды) на равномерную сходимость; дифференцировать и интегрировать функциональные последовательности (ряды); исследовать семейства функций на равномерную сходимость; вычислять собственные и несобственные интегралы методами интегрирования по параметру и дифференцирования по параметру, с использованием свойств непрерывности; вычислять несобственные интегралы путем сведения их к интегралам Дирихле и Пуассона, к эйлеровым интегралам 1 и 2 родов (В- и Г-функциям); осуществлять приближенные вычисления, в том числе с заданной степенью точности; применять интегралы к нахождению длин, площадей и объемов, площадей поверхностей, координат центров тяжести, моментов инерции плоских и пространственных областей, параметризации кривых и поверхностей; применять криволинейные и поверхностные интегралы к решению физических и геометрических задач; применять формулы Грина, Стокса и Гаусса-Остроградского к решению основных задач теории поля.</p> <p>Владеть: техникой вычисления пределов последовательностей и функций, техникой нахождения точек разрыва функции; техникой дифференцирования функций одной переменной: применять правило дифференцирования сложной функции, метод</p>
--	---

Министерство науки и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф-Рабочая программа дисциплины		


	логарифмического дифференцирования, дифференцировать параметрически и неявно заданные функции, находить производные высших порядков; техникой интегрирования элементарных функций; техникой дифференцирования функций нескольких переменных: применять правило дифференцирования сложной функции, дифференцировать параметрически и неявно заданные функции, находить дифференциалы высших порядков; техникой применения дифференцирования и интегрирования степенных рядов для нахождения их сумм, в том числе для суммирования числовых рядов; техникой интегрирования функций многих переменных.
--	---

#### 4. ОБЩАЯ ТРУДОЕМКОСТЬ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1. Объем дисциплины в зачетных единицах (всего): 11 зачетных единиц.

4.2. Объем дисциплины по видам учебной работы (в часах):

Вид учебной работы	Количество часов (форма обучения: очная)			
	Всего по плану	В т.ч. по семестрам		
		1	2	3
1	2	3	4	5
Контактная работа обучающихся с преподавателем в соответствии с УП	258	108/108	96/96	54/54
Аудиторные занятия	258	108/108	96/96	54/54
Лекции	104	36/36	32/32	36/36
Семинары и практические занятия	154	72/72	64/64	18/18
Лабораторные работы, практикумы	–	–	–	–
Самостоятельная работа	66	36	12	18
Форма текущего контроля знаний и контроля самостоятельной работы: тестирование, контр. работа, коллоквиум, реферат и др. (не менее 2 видов)	устный опрос, проверка решения задач, контрольная работа	устный опрос, проверка решения задач, контрольная работа	устный опрос, проверка решения задач, контрольная работа	устный опрос, проверка решения задач, контрольная работа
Курсовая работа	–	–	–	–
Виды промежуточной аттестации (экзамен, зачет)	2 экзамена 1 зачет 72	экзамен 36	зачет	экзамен 36

Министерство науки и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф-Рабочая программа дисциплины		


Всего часов по дисциплине	396	180	108	108
---------------------------	-----	-----	-----	-----

В случае необходимости использования в учебном процессе частично/исключительно дистанционных образовательных технологий в таблице через слеш указывается количество часов работы ППС с обучающимися для проведения занятий в дистанционном формате с применением электронного обучения.


### 4.3. Содержание дисциплины (модуля). Распределение часов по темам и видам учебной работы:

Форма обучения: очная.


Название разделов и тем	Всего	Виды учебных занятий					Форма текущего контроля знаний
		Аудиторные занятия			Занятия в интерактивной форме	Самостоятельная работа	
		Лекции	Практические занятия, семинары	Лабораторные работы, практикумы			
1	2	3	4	5	6	7	8
<b>1 семестр</b>							
<i>Раздел 1. Введение в математический анализ</i>							
1. Множества и функции	8	2	4			2	устный опрос, проверка решения задач
2. Поле действительных чисел	6	2	2			2	устный опрос, проверка решения задач
3. Предел последовательности	32	6	20		2	6	устный опрос, проверка решения задач, контрольная работа
4. Предел функции	32	6	20		2	6	устный опрос, проверка решения задач, контрольная работа
5. Непрерывные функции	18	6	6		2	6	устный опрос, проверка решения задач, контрольная работа

Министерство науки и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф-Рабочая программа дисциплины		

<i>Раздел 2. Дифференциальное исчисление функций одной переменной</i>							
6. Дифференцируемые функции	22	6	10		2	6	устный опрос, проверка решения задач, контрольная работа
7. Основные теоремы дифференциального исчисления	16	6	4		2	6	устный опрос, проверка решения задач
8. Исследование функций с помощью производных. Построение графика функции.	10	2	6		2	2	устный опрос, проверка решения задач, контрольная работа
Экзамен	36						
Итого	180	36	72		12	36	
<b>2 семестр</b>							
<i>Раздел 3. Интегральное исчисление функций одной переменной</i>							
9. Первообразные и неопределенный интеграл	14	4	8		2	2	устный опрос, проверка решения задач, контрольная работа
10. Определенный интеграл Римана	14	4	8		2	2	устный опрос, проверка решения задач, контрольная работа
11. Длина и мера числовых подмножеств	7	2	4			1	устный опрос, проверка решения задач
12. Геометрические приложения интеграла	8	2	4		2	2	устный опрос, проверка решения задач, контрольная работа
13. Несобственные	13	4	8		1	1	устный опрос,

Министерство науки и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф-Рабочая программа дисциплины		

интегралы							проверка решения задач, контрольн ая работа
<i>Раздел 4. Ряды</i>							
14. Числовые ряды	14	4	8		2	2	устный опрос, проверка решения задач, контрольн ая работа
15. Функциональн ые последователь ности и ряды	19	6	12		2	1	устный опрос, проверка решения задач, контрольн ая работа
16. Ряды Фурье	19	6	12		1	1	устный опрос, проверка решения задач, контрольн ая работа
Зачет							
Итого	108	32	64		12	12	
<b>3 семестр</b>							
<i>Раздел 5. Дифференциальное исчисление функций нескольких переменных</i>							
17. Вещественные пространства и топология	4	2	1			1	устный опрос, проверка решения задач
18. Вектор- функции многих переменных	4	2	1			1	устный опрос, проверка решения задач, контрольн ая работа
19. Пределы, непрерывность, частные производные и дифференциалы	12	6	3		1	3	устный опрос, проверка решения задач, контрольн ая работа
20. Исследование экстремумов	8	4	2		1	2	устный опрос, проверка

Министерство науки и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф-Рабочая программа дисциплины		

числовых функций с помощью правила множителей Лагранжа							решения задач, контрольная работа	
<i>Раздел 6. Интегралы, зависящие от параметра</i>								
21. Семейства функций, зависящих от параметра	4	2	1			1	устный опрос, проверка решения задач	
22. Собственный интеграл, зависящий от параметра	12	6	3			1	3	устный опрос, проверка решения задач, контрольная работа
23. Несобственный интеграл, зависящий от параметра	12	6	3			1	3	устный опрос, проверка решения задач, контрольная работа
<i>Раздел 7. Кратные и криволинейные интегралы</i>								
24. Кратные интегралы Римана	8	4	2			1	2	устный опрос, проверка решения задач, контрольная работа
25. Криволинейные и поверхностные интегралы	8	4	2			1	2	устный опрос, проверка решения задач, контрольная работа
Экзамен	36							
Итого	108	36	18			6	18	
Всего	396	104	154			30	66	

## 5. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

### Раздел 1. Введение в математический анализ.

#### Тема 1. Множества и функции.

Множества и операции над ними. Отношения на множествах. Функции. Простейшая классификация функций. Свойства функций. Функция как отношение. Мощность множества.



Министерство науки и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф-Рабочая программа дисциплины		

Теорема Кантора-Бернштейна. Счетные множества и их свойства. Мощность множества рациональных чисел. Существование несчетных множеств. Континуум. Мощность множества всех подмножеств данного множества.

**Тема 2.** Поле действительных чисел.

Принципы минимума и математической индукции для  $\mathbb{N}$ . Определение поля и упорядоченного поля. Примеры. Грани числовых множеств. Полное поле. Неполнота поля  $\mathbb{Q}$ . Вещественные числа как бесконечные дроби. Плотность  $\mathbb{Q}$  в  $\mathbb{R}$ . Принципы полноты поля  $\mathbb{R}$ . Открытые и замкнутые множества в  $\mathbb{R}$ , их свойства. Понятие секвенциальной компактности. Принцип Больцано-Вейерштрасса. Понятие компактности. Лемма Бореля-Лебега.

**Тема 3.** Предел последовательности.

Определение предела последовательности. Единственность. Ограниченность сходящейся последовательности. Арифметические свойства. Предельный переход в неравенствах. Фундаментальность. Критерий Коши. Теорема Вейерштрасса о пределе монотонной последовательности. Число  $e$ , второй замечательный предел. Подпоследовательность и частичный предел последовательности. Лемма Больцано-Вейерштрасса. Нижний и верхний пределы последовательности, их свойства.

**Тема 4.** Предел функции.

Предел функции в точке. Эквивалентность определений по Гейне и Коши. Бесконечно малые и финально ограниченные величины. Их свойства. Арифметические свойства предела функции. Предельный переход в неравенствах. Первый и второй замечательные пределы. Предел функции по базе. Предел композиции функций. Критерий Коши существования предела функции. Сравнение асимптотического поведения функций. Свойства  $o(f)$ ,  $O(f)$ .

**Тема 5.** Непрерывные функции.

Непрерывность функции в точке. Различные определения. Непрерывность основных элементарных функций. Односторонние пределы. Точки разрыва и их классификация. Колебание функции в точке. Критерий непрерывности Бэра. Локальные свойства непрерывных функций: ограниченность, сохранение знака, непрерывность суммы, произведения, частного, композиции. Глобальные свойства: теорема Больцано-Коши о промежуточном значении и ее следствие. Теорема Вейерштрасса о максимальном значении. Критерий непрерывности монотонной функции. Равномерная непрерывность. Теорема Кантора. Теорема об обратной функции.

## Раздел 2. Дифференциальное исчисление функций одной переменной.

**Тема 6.** Дифференцируемые функции.

Задачи, приводящие к понятию производной. Определение производной. Примеры вычисления. Односторонние производные. Касательная. Производные суммы, произведения, частного. Дифференцируемость функции в точке. Связь с существованием производной. Непрерывность дифференцируемой функции. Дифференциал, его свойства, геометрический смысл. Производная сложной функции. Инвариантность формы дифференциала. Производные и дифференциалы высших порядков. Формула Лейбница.

**Тема 7.** Основные теоремы дифференциального исчисления.

Теоремы Ферма, Ролля и теорема Лагранжа о конечном приращении. Теорема Коши. Формула Тейлора с остаточным членом в форме Лагранжа и Коши. Локальная формула Тейлора. Формулы Тейлора основных элементарных функций. Оценка остаточного члена. Приближенные вычисления. Правило Лопиталя.

**Тема 8.** Исследование функций с помощью производных. Построение графика функции.

Условия монотонности функции. Необходимые условия внутреннего экстремума. Достаточные условия экстремума (в том числе в терминах высших производных). Выпуклая функция. Необходимые и достаточные условия выпуклости для дважды дифференцируемой функции. Точки перегиба. Асимптоты кривых. Схема полного исследования функции. Построение графиков.

Министерство науки и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф-Рабочая программа дисциплины		

### **Раздел 3. Интегральное исчисление функций одной переменной.**

#### **Тема 9. Первообразные и неопределенный интеграл.**

Правила неопределенного интегрирования: линейность, замена переменных и подстановка в интеграл, интегрирование по частям. Таблицы интегралов. Интегрирование рациональных функций. Правило Остроградского интегрирования рациональных функций. Подстановки Эйлера.

#### **Тема 10. Определенный интеграл Римана.**

Единственность интеграла Римана. Необходимое условие интегрируемости по Риману. Суммы Дарбу и формулы Дарбу и интеграл Дарбу. Критерий Дарбу интегрируемости по Риману. Критерий Лебега интегрируемости по Риману. Свойства интеграла Римана: аддитивность по мере, линейность, замена переменных и интегрирование по частям. Непрерывность и дифференцируемость интеграла Римана, как функции верхнего предела. Интегральные теоремы о среднем.

#### **Тема 11. Длина и мера числовых подмножеств.**

Числовые множества нулевой длины и нулевой меры. Их свойства. Длина и мера числовых подмножеств. Множества, измеримые по Жордану. Множество Кантора и его свойства.

#### **Тема 12. Геометрические приложения интеграла.**

Вычисление площадей фигур, длин линий, заданных явными декартовыми уравнениями, параметрически и в полярных координатах. Нахождение объемов тел вращения и площадей их поверхности. Нахождение центров тяжести фигур и тел, а также – моментов.

#### **Тема 13. Несобственные интегралы.**

Несобственные интегралы по бесконечному промежутку и от неограниченных функций, вычисление интегралов. Замена переменной, интегрирование по частям.

Признаки сходимости несобственных интегралов. Абсолютная и условная сходимость.

### **Раздел 4. Ряды.**

#### **Тема 14. Числовые ряды.**

Понятие числового ряда. Частичные суммы числового ряда. Сходящиеся числовые ряды. Геометрическая прогрессия. Гармонический ряд. Необходимое условие сходимости числового ряда. Критерий Коши сходимости числовых рядов. Знакоположительные ряды. Необходимое и достаточное условие сходимости знакоположительного ряда. Признаки сходимости знакоположительных рядов (признаки сравнения, признак Даламбера, радикальный признак Коши, интегральный признак Коши-Маклорена, признак Раабе, признак Гаусса). Знакопередающиеся ряды. Теорема Лейбница. Абсолютно и условно сходящиеся ряды. Признак Абеля, Дирихле. Арифметические операции над сходящимися рядами. Бесконечные произведения и их сходимость. Двойные и повторные ряды. Суммирование числовых рядов.


#### **Тема 15. Функциональные последовательности и ряды.**

Функциональные последовательности. Поточечная и равномерная сходимость функциональных последовательностей. Критерий Коши равномерной сходимости функциональных последовательностей. Теоремы о непрерывности предельной функции, почленное интегрирование и дифференцирование функциональных последовательностей.

Функциональные ряды. Равномерная сходимость функциональных рядов. Достаточные условия равномерной сходимости функциональных рядов (признак Вейерштрасса, признаки Абеля и Дирихле). Степенные ряды. Интервал и радиус сходимости степенного ряда. Теорема Абеля о степенных рядах. Разложение функций в степенной ряд. Ряд Тейлора. Достаточное условие разложения функции в степенной ряд. Разложение основных элементарных функций в ряд Тейлора. Применение рядов в приближенных вычислениях. Теорема Вейерштрасса о равномерном приближении непрерывной функции многочленами.

#### **Тема 16. Ряды и интегралы Фурье.**

Ортонормированные системы функций. Ряды Фурье по ортонормированным системам. Неравенство Бесселя. Замкнутость и полнота ортонормированных систем. Равенство Парсеваля. Тригонометрическая система и ее замкнутость. Тригонометрический ряд Фурье.

Министерство науки и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф-Рабочая программа дисциплины		

Условия равномерной сходимости и сходимости в точке. Условия почленного дифференцирования и интегрирования. Преобразование Фурье. Свойства преобразования Фурье. Понятие об обратном преобразовании Фурье. Интеграл Фурье.

## **Раздел 5. Дифференциальное исчисление функций нескольких переменных.**

### **Тема 17. Вещественные пространства и топология.**

Топологические, нормированные и метрические пространства: определения и примеры. Метрики в  $\mathbb{R}^n$ . Полные метрические пространства, полнота  $\mathbb{R}^n$ . Свойства непрерывных отображений метрических пространств. Свойства компактных и секвенциально-компактных подмножеств метрических пространств. Критерий компактности в  $\mathbb{R}^n$ . Связные подмножества топологических пространств. Сохранение связности при непрерывных отображениях. Теорема Больцано. Выпуклые и линейно-связные подмножества в  $\mathbb{R}^n$ .

### **Тема 18. Вектор-функции многих переменных.**

Вариация вектор-функций. Теорема Жордана о функциях ограниченной вариации. Пути и кривые в  $\mathbb{R}^n$ , длина кривой, касательная к кривой.

### **Тема 19. Пределы, непрерывность, частные производные и дифференциалы.**

Частные производные и теорема Шварца о равенстве смешанных частных производных. Дифференцируемость функций многих переменных, дифференциал  $dF(x)$  отображения  $F: \mathbb{R}^n \rightarrow \mathbb{R}^m$  и его свойства. Матрица Якоби  $J_F(x)$ . Достаточное условие дифференцируемости в точке. Теорема о дифференциале сложной функции и «цепное правило» вычисления частных производных. Теорема о дифференциале обратной функции. Формула Тейлора для гладких числовых функций многих переменных. Второй дифференциал числовой функции многих переменных. Формулировки теоремы о локальном диффеоморфизме и теоремы о неявной функции и ее дифференциале. Касательная плоскость к поверхностям в  $\mathbb{R}^n$ , определение и способы задания. Необходимые и достаточные условия функциональной зависимости числовых функций многих переменных.

### **Тема 20. Исследование экстремумов числовых функций с помощью правила множителей Лагранжа.**

Локальный экстремум числовой функции многих переменных. Необходимое и достаточное условия существования локального экстремума в точке. Гладкие многообразия в  $\mathbb{R}^n$ , неособые многообразия. Условный локальный экстремум числовой функции многих переменных, примеры. «Правило множителей» Лагранжа. Достаточный признак условного локального экстремума числовой функции многих переменных.

## **Раздел 6. Интегралы, зависящие от параметра.**

### **Тема 21. Семейства функций, зависящих от параметра.**


Равномерная сходимость семейства функций, зависящего от параметра. Лемма о коммутировании предельных переходов. Теоремы о непрерывности, дифференцируемости и интегрируемости предельной функции.

### **Тема 22. Собственный интеграл, зависящий от параметра.**

Теоремы о непрерывности, дифференцируемости и интегрируемости собственного интеграла по параметру.

### **Тема 23. Несобственный интеграл, зависящий от параметра.**

Теорема Фруллани. Равномерная сходимость несобственного интеграла, зависящего от параметра. Критерий Коши. Достаточное условие отсутствия равномерной сходимости. Признаки Вейерштрасса, Дирихле и Абеля равномерной сходимости несобственного интеграла. Теоремы о непрерывности, предельном переходе и дифференцируемости несобственного интеграла по параметру. Теоремы о перестановке собственного и несобственного интегралов. Теоремы о перестановке несобственных интегралов. Интеграл Дирихле. Интеграл Пуассона. Эйлеровы интегралы и их свойства. Связь между В и Г-функциями.

Министерство науки и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф-Рабочая программа дисциплины		

## **Раздел 7. Кратные и криволинейные интегралы.**

### **Тема 24. Двойные и тройные интегралы.**

Определение интеграла Римана на бруске. Единственность интеграла Римана. Необходимое условие интегрируемости функции на бруске. Определение сумм Дарбу. Теорема о формулах Дарбу. Определение верхнего и нижнего интеграла Дарбу. Теорема о суммах Дарбу. Теорема о предельном критерии интегрируемости на бруске. Критерий Дарбу интегрируемости по Риману на бруске. Определение множеств меры нуль. Свойства множеств меры нуль. Теорема о графике непрерывной функции. Множества объема нуль, их свойства. Критерий Бэра непрерывности функции в точке. Теорема Кантора. Критерий Лебега интегрируемости по Риману на бруске. Следствия критерия Лебега. Измеримые по Жордану множества и их свойства. Критерий Лебега на измеримом по Жордану множестве. Свойства интеграла Римана. Теорема Фубини на бруске. Теорема Фубини для цилиндров. Теорема Кавальери. Принцип Кавальери. Лемма об интегрируемости по Риману композиции двух функций. Теорема о замене переменных в одномерном интеграле Римана. Общая теорема о замене переменных. Пренебрежимые множества. Инвариантность интеграла Римана относительно движения. Геометрический смысл якобиана. Объем  $n$ -мерного шара.

### **Тема 25. Криволинейные и поверхностные интегралы.**

Криволинейные интегралы 1 и 2 родов, их свойства, связь между ними. Интегрирование полных дифференциалов. Формула Грина и ее свойства. Критерий полного дифференциала на плоскости. Поверхность и ее площадь. Сапог Шварца. Поверхностные интегралы 1 и 2 родов, связь между ними. Формула Гаусса-Остроградского и ее приложения. Формула Стокса и ее приложения. Критерий полного дифференциала в пространстве.

## **6. ТЕМЫ ПРАКТИЧЕСКИХ И СЕМИНАРСКИХ ЗАНЯТИЙ**

### **Раздел 1. Введение в математический анализ.**

#### **Тема 1. Множества и функции (семинар).**

1. Множества и функции.

#### **Тема 2. Поле действительных чисел (семинар).**

1. Поле действительных чисел.

#### **Тема 3. Предел последовательности (семинар).**


1. Числовая последовательность, подпоследовательность.
2. Предел последовательности.
3. Вычисление пределов последовательностей.

#### **Тема 4. Предел функции (семинар).**

1. Предел функции в точке.
2. Раскрытие неопределенностей.
3. Первый замечательный предел.
4. Второй замечательный предел.
5. Вычисление пределов.
6. Эквивалентные бесконечно малые функции.
7. Раскрытие неопределенностей с помощью принципа замены эквивалентных бесконечно малых.

#### **Тема 5. Непрерывные функции (семинар).**

1. Непрерывные функции.
2. Точки разрыва и их классификация.
3. Равномерная непрерывность функции.
4. Контрольная работа по Разделу 1.

Министерство науки и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф-Рабочая программа дисциплины		

## **Раздел 2. Дифференциальное исчисление функций одной переменной.**

### **Тема 6. Дифференцируемые функции (семинар).**

1. Техника дифференцирования.
2. Геометрический смысл производной.
3. Дифференциал.
4. Производные и дифференциалы высших порядков.
5. Формула Лейбница.
6. Решение различных задач по теме.

### **Тема 7. Основные теоремы дифференциального исчисления (семинар).**

1. Теоремы Ролля, Лагранжа, Коши.
2. Формула Тейлора.
3. Раскрытие неопределенностей с помощью правила Лопиталя.
4. Раскрытие неопределенностей с помощью формулы Тейлора.

### **Тема 8. Исследование функций с помощью производных. Построение графика функции (семинар).**

1. Нахождение промежутков монотонности, точек экстремума, наибольших и наименьших значений, промежутков выпуклости, точек перегиба.
2. Доказательство неравенств.
3. Исследование функций с помощью производной.
4. Построение графиков функций кривых, заданных параметрически и в полярных координатах.
5. Контрольная работа по Разделу 2.

## **Раздел 3. Интегральное исчисление функций одной переменной.**

### **Тема 9. Первообразные и неопределенный интеграл (семинар).**

1. Первообразная и неопределенный интеграл. Таблица интегралов. Непосредственное интегрирование.
2. Изучение методов интегрирования.
3. Классы интегрируемых функций.

### **Тема 10. Определенный интеграл Римана (семинар).**

1. Вычисление определенных интегралов Римана с помощью правила Ньютона–Лейбница.
2. Замена переменной и интегрирование по частям в определенном интеграле.

### **Тема 11. Длина и мера числовых подмножеств (семинар).**


1. Длина и мера числовых подмножеств.

### **Тема 12. Геометрические приложения интеграла (семинар).**

1. Нахождение площадей фигур в декартовых координатах с помощью интегрирования.
2. Нахождение площадей фигур в полярных координатах с помощью интегрирования.
3. Нахождение длин кривых в декартовых координатах с помощью интегрирования.
4. Нахождение длин кривых в полярных координатах с помощью интегрирования.
5. Нахождение объемов тел с помощью интегрирования.
6. Нахождение центров тяжести тел и фигур с помощью интегрирования.
7. Нахождение моментов инерции с помощью интегрирования.

### **Тема 13. Несобственные интегралы (семинар).**

1. Несобственные интегралы по бесконечному промежутку и их вычисление.
2. Замена переменной в несобственных интегралах.
3. Интегрирование по частям.
4. Несобственные интегралы от неограниченных функций и их вычисление.
5. Замена переменной.
6. Интегрирование по частям.
7. Признаки сходимости несобственных интегралов.
8. Абсолютная и условная сходимость.

Министерство науки и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф-Рабочая программа дисциплины		

9. Признаки Абеля, Дирихле.
10. Контрольная работа по Разделу 3.

#### Раздел 4. Ряды.

##### Тема 14. Числовые ряды (семинар).

1. Числовой ряд и его сумма. Исследование сходимости числовых рядов по определению.
2. Необходимое условие сходимости. Критерий Коши сходимости рядов.
3. Признаки сходимости знакоположительных рядов. Признак сравнения.
4. Признак Даламбера. Радикальный признак Коши.
5. Признак Раабе. Признак Гаусса.
6. Интегральный признак Коши-Маклорена сходимости знакоположительных рядов.
7. Другие признаки сходимости знакоположительных рядов (признак сравнения Коши, логарифмический признак и т. д.).
8. Оценка остатка знакоположительного ряда.
9. Знакопеременные ряды. Признак Лейбница. Оценка остатка знакочередующегося ряда.
10. Признак Абеля, признак Дирихле.
11. Умножение рядов.
12. Деление рядов.
13. Бесконечные произведения.

##### Тема 15. Функциональные последовательности и ряды (семинар).

1. Функциональные последовательности. Поточечная сходимость функциональных последовательностей.
2. Равномерная сходимость функциональных последовательностей.
3. Функциональные ряды. Поточечная и равномерная сходимость функциональных рядов.
4. Степенные ряды. Область сходимости.
5. Решение задач.
6. Интегрирование степенных рядов.
7. Дифференцирование степенных рядов.
8. Ряд Тейлора. Разложение функций в ряд Тейлора.
9. Разложение функций в ряд Тейлора.
10. Суммирование степенных рядов.
11. Вычисление сумм числовых рядов.

##### Тема 16. Ряды и интегралы Фурье (семинар).

1. Ряды Фурье
2. Ряды Фурье четных и нечетных функций.
3. Ряды Фурье функций, заданных на отрезке  $[-l, l]$ .
4. Разложение функций, заданных на отрезке  $[0, l]$ , в ряд Фурье.
5. Контрольная работа по Разделу 4.


#### Раздел 5. Дифференциальное исчисление функций нескольких переменных.

##### Тема 17. Вещественные пространства и топология (семинар).

1. Топологические, нормированные и метрические пространства: определения и примеры.
2. Полные метрические пространства, полнота  $\mathbb{R}^n$ .
3. Критерий компактности в  $\mathbb{R}^n$ .

##### Тема 18. Вектор-функции многих переменных (семинар).

1. Понятие вектор-функции.
2. Функции ограниченной вариации.
3. Пути и кривые.

Министерство науки и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф-Рабочая программа дисциплины		

4. Длина кривой.
5. Касательные к кривым.
6. Решение задач по теме.

**Тема 19.** Пределы, непрерывность, частные производные и дифференциалы (семинар).

1. Нахождение пределов функций многих переменных.
2. Вычисление частных производных и дифференциалов разных порядков функций многих переменных.
3. Производная и дифференциал сложной функции.
4. Производная неявно заданной функции одной и двух переменных.
5. Разложение функций многих переменных в ряд Тейлора.
6. Применение дифференциалов к приближенным вычислениям
7. Изучение свойств многообразий и построение касательных к ним.

**Тема 20.** Исследование экстремумов числовых функций с помощью правила множителей Лагранжа (семинар).

1. Исследование функций нескольких переменных на экстремум.
2. Нахождение локальных экстремумов, в том числе и условных правилом множителей Лагранжа.
3. Выполнение замены переменных в дифференциальных уравнениях с частными производными.
4. Контрольная работа по Разделу 5.

#### **Раздел 6. Интегралы, зависящие от параметра.**

**Тема 21.** Семейства функций, зависящих от параметра (семинар).

1. Исследование семейства функций на равномерную сходимость.

**Тема 22.** Собственный интеграл, зависящий от параметра (семинар).

1. Вычисление собственного интеграла методами интегрирования по параметру и дифференцирования по параметру, с использованием свойств непрерывности.

**Тема 23.** Несобственный интеграл, зависящий от параметра (семинар).

1. Исследование несобственных интегралов на равномерную сходимость.
2. Вычисление несобственных интеграла методом интегрирования по параметру.
3. Вычисление несобственных интегралов методом дифференцирования по параметру, с использованием свойств непрерывности.
4. Вычисление несобственных интегралов путем сведения их к интегралам Дирихле и Пуассона.
5. Вычисление несобственных интегралов путем сведения их к эйлеровым интегралам 1 и 2 рода (B- и Г-функциям).


#### **Раздел 7. Кратные интегралы.**

**Тема 24.** Двойные и тройные интегралы (семинар).

1. Вычисление двойных интегралов.
2. Замена переменных в двойном интеграле.
3. Вычисление площади через двойные интегралы.
4. Вычисление объема через двойные интегралы.
5. Вычисление площади поверхности.
6. Вычисление центров тяжести и моментов инерции плоских областей.
7. Тройные интегралы.
8. Замена переменных в тройном интеграле.
9. Вычисление объемов через тройные интегралы.
10. Вычисление центров тяжести и моментов инерции пространственных областей.

**Тема 25.** Криволинейные и поверхностные интегралы (семинар).

1. Параметризация плоских и пространственных кривых.

Министерство науки и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф-Рабочая программа дисциплины		

2. Криволинейные интегралы 1-го рода.
3. Криволинейные интегралы 2-го рода.
4. Формула Грина и ее приложения.
5. Применение криволинейных интегралов к решению физических и геометрических задач.
6. Параметризация поверхностей.
7. Поверхностные интегралы 1-го и 2-го родов.
8. Формула Гаусса-Остроградского.
9. Формула Стокса.
10. Применение формул Стокса, Гаусса-Остроградского к решению основных задач теории поля.
11. Контрольная работа по Разделам 6–7.

### 7. ЛАБОРАТОРНЫЕ РАБОТЫ, ПРАКТИКУМЫ

Данный вид работы не предусмотрен учебным планом.

### 8. ТЕМАТИКА КУРСОВЫХ, КОНТРОЛЬНЫХ РАБОТ, РЕФЕРАТОВ

Выполнение курсовых работ и рефератов не предусмотрено учебным планом.

*Примерная тематика контрольных работ по дисциплине «Математический анализ»:*

1. Пределы последовательностей и функций.
2. Производная функции и ее применение.
3. Неопределенный интеграл.
4. Определенный интеграл Римана и его применение.
5. Числовые и функциональные ряды.
6. Пределы и непрерывность функций многих переменных.
7. Частные производные и дифференциалы функций многих переменных.
8. Экстремумы функций многих переменных.
9. Интегралы, зависящие от параметра.
10. Кратные и криволинейные интегралы.

### 9. ПЕРЕЧЕНЬ ВОПРОСОВ К ЭКЗАМЕНУ

#### 1 семестр

1. Множество действительных чисел. Сравнение действительных чисел. Теорема о точной верхней грани.
2. Приближение действительных чисел рациональными.
3. Счетные множества. Счетность множества рациональных чисел. Несчетность множества действительных чисел.
4. Определение предела последовательности. Единственность предела. Ограниченность сходящейся последовательности.
5. Бесконечно малые последовательности и их свойства.
6. Свойства пределов последовательностей.
7. Предельный переход в неравенствах. Теорема о двух милиционерах.
8. Монотонные последовательности. Существование предела.
9. Число  $e$ .
10. Принцип вложенных отрезков.
11. Теорема Гейне-Бореля-Лебега.
12. Теорема Больцано-Вейерштрасса.



Министерство науки и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф-Рабочая программа дисциплины		

13. Предельные точки последовательности. Верхний и нижний пределы последовательности.
14. Критерий Коши сходимости последовательностей.
15. Предел функции по Коши и по Гейне и их эквивалентность.
16. Арифметические свойства пределов функций.
17. Непрерывность функций в точке. Арифметические свойства непрерывных функций.
18. Локальные свойства непрерывных функций.
19. Теорема Вейерштрасса об ограниченности непрерывной на отрезке функции.
20. Теорема Вейерштрасса о достижимости минимального и максимального значений непрерывной на отрезке функции.
21. Теорема Вейерштрасса о промежуточных значениях непрерывной на отрезке функции.
22. Теорема о непрерывности обратной функции.
23. Непрерывность суперпозиции непрерывных функций.
24. Непрерывность простейших элементарных функций. Теорема о непрерывности элементарных функций.
25. Первый замечательный предел.
26. Второй замечательный предел.
27. Определение производной и дифференцируемость функции. Непрерывность дифференцируемой функции.
28. Геометрический смысл производной. Уравнение касательной.
29. Дифференцирование сложной функции. Инвариантность формы дифференциала.
30. Дифференцирование обратной функции.
31. Дифференцирование суммы, разности, произведения и частного функций.
32. Производные и дифференциалы высших порядков. Формула Лейбница.
33. Возрастание (убывание) функции в точке. Локальный экстремум. Необходимое условие экстремума.
34. Теорема Ролля.
35. Теорема Лагранжа о конечных приращениях.
36. Формула Коши.
37. Правило Лопиталья для раскрытия неопределенностей вида «ноль на ноль».
38. Правило Лопиталья для раскрытия неопределенностей вида «бесконечность на бесконечность».
39. Формула Тейлора с остаточным членом в форме Пеано.
40. Формула Тейлора с остаточным членом в форме Лагранжа.
41. Формула Тейлора с остаточным членом в форме Коши.
42. Формулы Маклорена для основных элементарных функций.
43. Выпуклость графика функции. Точки перегиба. Необходимые условия.
44. Нахождение наклонных асимптот.

### 3 семестр

45. Предел последовательности точек евклидова пространства. Предел функции многих переменных. Непрерывность функции многих переменных.
46. Непрерывные функции на компакте.
47. Частные производные. Дифференцируемость. Достаточное условие дифференцируемости. Полный дифференциал. Дифференцирование сложных функций.
48. Частные производные высших порядков. Достаточное условие равенства смешанных производных. Дифференциалы высших порядков. Формула Тейлора.
49. Дифференцирование неявно заданной функции.
50. Геометрические приложения дифференциального исчисления. Уравнение касательной плоскости. Экстремумы функций многих переменных. Условные экстремумы.
51. Семейства функций, зависящих от параметра. Равномерная сходимость, критерий Коши. Примеры непрерывных семейств, сходящихся к разрывной функции. Примеры дифференцируемых семейств, сходящихся к недифференцируемой функции. Примеры

Министерство науки и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф-Рабочая программа дисциплины		

интегрируемых семейств, сходящихся к неинтегрируемой функции.

52. Свойства предельной функции. Теорема о коммутировании предельных переходов, непрерывность предельной функции, примеры.

53. Интегрирование предельной функции, примеры.

54. Дифференцирование предельной функции, примеры.

55. Собственные интегралы, зависящие от параметра, теорема о непрерывности.

56. Теоремы о дифференцируемости и интегрируемости собственного интеграла по параметру.

57. Равномерная сходимость несобственных интегралов 1-го и 2-го рода, зависящих от параметра. Равномерная сходимость несобственных интегралов с несколькими особенностями. Критерий Коши равномерной сходимости несобственных интегралов. Признак Вейерштрасса равномерной сходимости.

58. Достаточные условия равномерной сходимости несобственного интеграла, зависящего от параметра: признаки Абеля и Дирихле.

59. Непрерывность несобственного интеграла, зависящего от параметра. Теорема о предельном переходе, теорема Дини, следствия, примеры.

60. Дифференцирование и интегрирование по конечному промежутку несобственного интеграла, зависящего от параметра.

61. Перестановка несобственных интегралов, примеры.

62. Интеграл Дирихле. Интеграл Пуассона.

63. Г-функция Эйлера и ее свойства. В-функция Эйлера и ее свойства. Связь между В и Г-функциями.

64. Определение интеграла Римана на n-мерном бруске. Необходимое условие интегрируемости, геометрический смысл интеграла.

65. Теорема Фубини. Сведение вычисления кратных интегралов к повторным.

66. Замена переменных в кратных интегралах. Приложения кратных интегралов.

67. Криволинейные интегралы первого и второго рода. Физический смысл криволинейных интегралов.

68. Формула Грина. Теория поля. Потенциальные поля. Необходимые и достаточные условия потенциальности поля.

69. Сведения о поверхностях. Ориентация поверхности. Неориентируемые поверхности. Поверхностные интегралы первого и второго рода и их физический смысл.

70. Формула Гаусса – Остроградского.

## 10. ПЕРЕЧЕНЬ ВОПРОСОВ К ЗАЧЕТУ

### 2 семестр

1. Первообразная. Неопределенный интеграл. Замена переменных в неопределенном интеграле. Метод интегрирования по частям.

2. Интегрирование рациональных функций.

3. Интегрирование некоторых тригонометрических выражений.

4. Интегрирование дробно-линейных иррациональностей.

5. Интегрирование квадратичных иррациональностей.

6. Определение интеграла Римана. Единственность интеграла.

7. Ограниченность интегрируемой функции.

8. Свойство линейности интеграла Римана.

9. Суммы Дарбу и их простейшие свойства. Интегралы Дарбу.

10. Лемма Дарбу.

11. Критерий интегрируемости.

12. Равномерная непрерывность. Теорема Кантора. Интегрируемость непрерывных функций.

13. Интегрируемость произведения интегрируемых функций.

14. Свойство аддитивности определенного интеграла.


Министерство науки и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф-Рабочая программа дисциплины		

15. Интегрирование неравенств. Теорема о среднем.
16. Формула Ньютона-Лейбница.
17. Длина кривой и формула для ее вычисления.
18. Числовые ряды. Сумма ряда. Критерий Коши. Необходимое условие сходимости.
19. Признаки сравнения для рядов с положительными членами.
20. Основные признаки сходимости для рядов с положительными членами: признак Даламбера, радикальный признак Коши, интегральный признак Коши.
21. Абсолютная и условная сходимость рядов. Признаки Даламбера и Коши для абсолютной сходимости рядов.
22. Ряды Лейбница. Признак Лейбница для знакочередующихся рядов.
23. Престановка членов ряда в абсолютно и условно сходящихся рядах.
24. Поточечная и равномерная сходимость. Критерий Коши равномерной сходимости рядов. Признак Вейерштрасса равномерной сходимости рядов.
25. Теорема о перестановке пределов. Почленный переход к пределу в рядах. Непрерывность суммы ряда.
26. Почленное интегрирование рядов.
27. Почленное дифференцирование рядов.
28. Основная теорема о степенных рядах. Радиус и интервал сходимости. Равномерная сходимость степенных рядов. Непрерывность суммы степенного ряда.
29. Почленное интегрирование и дифференцирование степенных рядов.
30. Теорема Абеля.
31. Теорема Вейерштрасса о равномерном приближении непрерывных функций полиномами.
32. Ряды Тейлора. Сходимость ряда Тейлора для функций с равномерно ограниченными производными. Ряды Тейлора для основных элементарных функций.
33. Абстрактный ряд Фурье. Неравенство Бесселя. Сходимость к нулю коэффициентов Фурье.
34. Замкнутость ортонормированной системы. Равенство Парсеваля.
35. Тригонометрическая ортонормированная система. Тригонометрический ряд Фурье.
36. Замкнутость тригонометрической системы. Сходимость ряда Фурье в среднем.
37. Формулы для частичных сумм ряда Фурье.
38. Сходимость ряда Фурье.


## 11. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА ОБУЧАЮЩИХСЯ

Форма обучения: очная.


Название разделов и тем	Вид самостоятельной работы (проработка учебного материала, решение задач, реферат, доклад, контрольная работа, подготовка к сдаче зачета, экзамена и др.)	Объем в часах	Форма контроля (проверка решения задач, реферата и др.)
<b>1 семестр</b>			
<i>Раздел 1. Введение в математический анализ</i>			
1. Множества и функции	Проработка учебного материала, решение задач, подготовка к сдаче экзамена	2	устный опрос, проверка решения задач
2. Поле действительных чисел	Проработка учебного материала, решение задач, подготовка к сдаче экзамена	2	устный опрос, проверка решения задач
3. Предел последовательности	Проработка учебного материала, решение задач, подготовка к контрольной работе,	6	устный опрос, проверка

Министерство науки и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф-Рабочая программа дисциплины		

	подготовка к сдаче экзамена		решения задач, контрольная работа
4. Предел функции	Проработка учебного материала, решение задач, подготовка к контрольной работе, подготовка к сдаче экзамена	6	устный опрос, проверка решения задач, контрольная работа
5. Непрерывные функции	Проработка учебного материала, решение задач, подготовка к контрольной работе, подготовка к сдаче экзамена	6	устный опрос, проверка решения задач, контрольная работа
<i>Раздел 2. Дифференциальное исчисление функций одной переменной</i>			
6. Дифференцируемые функции	Проработка учебного материала, решение задач, подготовка к контрольной работе, подготовка к сдаче экзамена	6	устный опрос, проверка решения задач, контрольная работа
7. Основные теоремы дифференциального исчисления	Проработка учебного материала, решение задач, подготовка к сдаче экзамена	6	устный опрос, проверка решения задач
8. Исследование функций с помощью производных. Построение графика функции.	Проработка учебного материала, решение задач, подготовка к контрольной работе, подготовка к сдаче экзамена	2	устный опрос, проверка решения задач, контрольная работа
<b>2 семестр</b>			
<i>Раздел 3. Интегральное исчисление функций одной переменной</i>			
9. Первообразные и неопределенный интеграл	Проработка учебного материала, решение задач, подготовка к контрольной работе, подготовка к сдаче зачета	2	устный опрос, проверка решения задач, контрольная работа
10. Определенный интеграл Римана	Проработка учебного материала, решение задач, подготовка к контрольной работе, подготовка к сдаче зачета	2	устный опрос, проверка решения задач, контрольная работа
11. Длина и мера числовых подмножеств	Проработка учебного материала, решение задач, подготовка к сдаче зачета	1	устный опрос, проверка решения задач
12. Геометрические приложения интеграла	Проработка учебного материала, решение задач, подготовка к контрольной работе, подготовка к сдаче зачета	2	устный опрос, проверка решения задач, контрольная работа
13. Несобственные интегралы	Проработка учебного материала, решение задач, подготовка к контрольной работе, подготовка к сдаче зачета	1	устный опрос, проверка решения задач, контрольная работа

Министерство науки и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф-Рабочая программа дисциплины		

			работа
<i>Раздел 4. Ряды</i>			
14. Числовые ряды	Проработка учебного материала, решение задач, подготовка к контрольной работе, подготовка к сдаче зачета	2	устный опрос, проверка решения задач, контрольная работа
15. Функциональные последовательности и ряды	Проработка учебного материала, решение задач, подготовка к контрольной работе, подготовка к сдаче зачета	1	устный опрос, проверка решения задач, контрольная работа
16. Ряды Фурье	Проработка учебного материала, решение задач, подготовка к контрольной работе, подготовка к сдаче зачета	1	устный опрос, проверка решения задач, контрольная работа
<b>3 семестр</b>			
<i>Раздел 5. Дифференциальное исчисление функций нескольких переменных</i>			
17. Вещественные пространства и топология	Проработка учебного материала, решение задач, подготовка к сдаче экзамена	1	устный опрос, проверка решения задач
18. Вектор-функции многих переменных	Проработка учебного материала, решение задач, подготовка к контрольной работе, подготовка к сдаче экзамена	1	устный опрос, проверка решения задач, контрольная работа
19. Пределы, непрерывность, частные производные и дифференциалы	Проработка учебного материала, решение задач, подготовка к контрольной работе, подготовка к сдаче экзамена	3	устный опрос, проверка решения задач, контрольная работа
20. Исследование экстремумов числовых функций с помощью правила множителей Лагранжа	Проработка учебного материала, решение задач, подготовка к контрольной работе, подготовка к сдаче экзамена	2	устный опрос, проверка решения задач, контрольная работа
<i>Раздел 6. Интегралы, зависящие от параметра</i>			
21. Семейства функций, зависящих от параметра	Проработка учебного материала, решение задач, подготовка к сдаче экзамена	1	устный опрос, проверка решения задач
22. Собственный интеграл, зависящий от параметра	Проработка учебного материала, решение задач, подготовка к контрольной работе, подготовка к сдаче экзамена	3	устный опрос, проверка решения задач, контрольная работа
23. Несобственный интеграл, зависящий от параметра	Проработка учебного материала, решение задач, подготовка к контрольной работе, подготовка к сдаче экзамена	3	устный опрос, проверка решения задач, контрольная работа

Министерство науки и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф-Рабочая программа дисциплины		

<i>Раздел 7. Кратные и криволинейные интегралы</i>			
24. Кратные интегралы Римана	Проработка учебного материала, решение задач, подготовка к контрольной работе, подготовка к сдаче экзамена	2	устный опрос, проверка решения задач, контрольная работа
25. Криволинейные и поверхностные интегралы	Проработка учебного материала, решение задач, подготовка к контрольной работе, подготовка к сдаче экзамена	2	устный опрос, проверка решения задач, контрольная работа

## 12. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### а) Список рекомендуемой литературы

#### основная


1. Зорич, В.А. Математический анализ : учебник для ун-тов. Ч. 1 / В.А. Зорич. – М. : Наука, 1981. – 544 с.
2. Зорич, В.А. Математический анализ : учебник для ун-тов. Ч. 2 / В.А. Зорич. – М. : Наука, 1984. – 640 с.
3. Виноградова, И.А. Математический анализ в задачах и упражнениях : учебное пособие для вузов / И.А. Виноградова, С.Н. Олехник, В.А. Садовничий. – М. : МГУ, 1991.

#### дополнительная

1. Демидович, Б.П. Сборник задач и упражнений по математическому анализу : учебное пособие для вузов / Б.П. Демидович. – М. : Наука, 1990.
2. Максимова, О. Д. Математический анализ в примерах и задачах. Предел функции : учебное пособие для вузов / О. Д. Максимова. — 2-е изд., стер. — Москва : Издательство Юрайт, 2019. — 200 с. — (Университеты России). — ISBN 978-5-534-07222-8. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/442137>
4. Штраус, Л.А. Пределы: методические указания для студентов факультета математики и информационных технологий и факультета управления / Л.А. Штраус, И.В. Баринаова. – Ульяновск : УлГУ, 2012. – 32 с. – URL: <http://lib.ulsu.ru/MegaPro/Download/MObject/236>.
5. Штраус, Л.А. Дифференцирование и исследование функций : учебно-методические указания / Л.А. Штраус, И.В. Баринаова. – Ульяновск : УлГУ, 2010. – 30 с. – URL: <http://lib.ulsu.ru/MegaPro/Download/MObject/223>.

#### учебно-методическая

1. Веревкин А. Б. Методические указания для самостоятельной работы студентов по дисциплине «Математический анализ» для студентов всех направлений и

Министерство науки и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф-Рабочая программа дисциплины		

специальностей ФМИАТ / А. Б. Веревкин, М. С. Гаврилова, Ю. Г. Савинов; УлГУ, Фак. математики, информ. и авиац. технологий. - Ульяновск : УлГУ, 2019. - Загл. с экрана; Неопубликованный ресурс. - Электрон. текстовые дан. (1 файл : 502 КБ). - Текст : электронный.- <http://lib.ulsu.ru/MegaPro/Download/MObject/4567>

Согласовано:

ДИРЕКТОР НБ / БУРХАНОВА М.М. / М.М. / 2021  
 Должность сотрудника научной библиотеки ФИО подпись дата

**б) Программное обеспечение:** МойОфис Стандартный, Альт Рабочая станция 8.

**в) Профессиональные базы данных, информационно-справочные системы**

**1. Электронно-библиотечные системы:**

1.1. IPRbooks : электронно-библиотечная система : сайт / группа компаний Ай Пи Ар Медиа. - Саратов, [2021]. – URL: <http://www.iprbookshop.ru>. – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей. - Текст : электронный.

1.2. ЮРАЙТ : электронно-библиотечная система : сайт / ООО Электронное издательство ЮРАЙТ. – Москва, [2021]. - URL: <https://urait.ru>. – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей. - Текст : электронный.

1.3. Консультант студента : электронно-библиотечная система : сайт / ООО Политехресурс. – Москва, [2021]. – URL: <https://www.studentlibrary.ru/cgi-bin/mb4x>. – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей. – Текст : электронный.

1.4. Консультант врача : электронно-библиотечная система : сайт / ООО Высшая школа организации и управления здравоохранением-Комплексный медицинский консалтинг. – Москва, [2021]. – URL: <https://www.rosmedlib.ru>. – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей. – Текст : электронный.

1.5. Большая медицинская библиотека : электронно-библиотечная система : сайт / ООО Букап. – Томск, [2021]. – URL: <https://www.books-up.ru/ru/library/> . – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей. – Текст : электронный.

1.6. Лань : электронно-библиотечная система : сайт / ООО ЭБС Лань. – Санкт-Петербург, [2021]. – URL: <https://e.lanbook.com>. – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей. – Текст : электронный.

1.7. **Znanium.com** : электронно-библиотечная система : сайт / ООО Знаниум. - Москва, [2021]. - URL: <http://znanium.com> . – Режим доступа : для зарегистрир. пользователей. - Текст : электронный.


1.8. Clinical Collection : коллекция для медицинских университетов, клиник, медицинских библиотек // EBSCOhost : [портал]. – URL: <http://web.b.ebscohost.com/ehost/search/advanced?vid=1&sid=9f57a3e1-1191-414b-8763-e97828f9f7e1%40sessionmgr102> . – Режим доступа : для авториз. пользователей. – Текст : электронный.

1.9. Русский язык как иностранный : электронно-образовательный ресурс для иностранных студентов : сайт / ООО Компания «Ай Пи Ар Медиа». – Саратов, [2021]. – URL: <https://ros-edu.ru>. – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей. – Текст : электронный.

**2. КонсультантПлюс** [Электронный ресурс]: справочная правовая система. /ООО «Консультант Плюс» - Электрон. дан. - Москва : КонсультантПлюс, [2021].

**3. Базы данных периодических изданий:**

3.1. База данных периодических изданий : электронные журналы / ООО ИВИС. - Москва,

Министерство науки и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф-Рабочая программа дисциплины		

[2021]. – URL: <https://dlib.eastview.com/browse/udb/12>. – Режим доступа : для авториз. пользователей. – Текст : электронный.

3.2. eLIBRARY.RU: научная электронная библиотека : сайт / ООО Научная Электронная Библиотека. – Москва, [2021]. – URL: <http://elibrary.ru>. – Режим доступа : для авториз. пользователей. – Текст : электронный

3.3. «Grebennikon» : электронная библиотека / ИД Гребенников. – Москва, [2021]. – URL: <https://id2.action-media.ru/Personal/Products>. – Режим доступа : для авториз. пользователей. – Текст : электронный.

**4. Национальная электронная библиотека** : электронная библиотека : федеральная государственная информационная система : сайт / Министерство культуры РФ ; РГБ. – Москва, [2021]. – URL: <https://нэб.рф>. – Режим доступа : для пользователей научной библиотеки. – Текст : электронный.

**5. SMART Imagebase** // EBSCOhost : [портал]. – URL: <https://ebSCO.smartimagebase.com/?TOKEN=EBSCO-1a2ff8c55aa76d8229047223a7d6dc9c&custid=s6895741>. – Режим доступа : для авториз. пользователей. – Изображение : электронные.

#### **6. Федеральные информационно-образовательные порталы:**

6.1. **Единое окно доступа к образовательным ресурсам** : федеральный портал / учредитель ФГАОУ ДПО ЦРГОП и ИТ. – URL: <http://window.edu.ru/>. – Текст : электронный.

6.2. **Российское образование** : федеральный портал / учредитель ФГАОУ ДПО ЦРГОП и ИТ. – URL: <http://www.edu.ru>. – Текст : электронный.

#### **7. Образовательные ресурсы УлГУ:**

7.1. Электронная библиотека УлГУ : модуль АБИС Мега-ПРО / ООО «Дата Экспресс». – URL: <http://lib.ulsu.ru/MegaPro/Web>. – Режим доступа : для пользователей научной библиотеки. – Текст : электронный.

Согласовано:

Земляничная / Должность сотрудника УИТИТ      Ключкова АВ / ФИО      Д.В.Т. / Подпись      \_\_\_\_\_ / Дата

### **13. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ:**

Аудитории для проведения лекций, семинарских занятий, для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации, групповых и индивидуальных консультаций.

Аудитории укомплектованы специализированной мебелью, учебной доской. Помещения для самостоятельной работы оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа к электронной информационно-образовательной среде, электронно-библиотечной системе. Перечень оборудования, используемого в учебном процессе, указывается в соответствии со сведениями о материально-техническом обеспечении и оснащенности образовательного процесса, размещенными на официальном сайте УлГУ в разделе «Сведения об образовательной организации».

### **14. СПЕЦИАЛЬНЫЕ УСЛОВИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ**

В случае необходимости, обучающимся из числа лиц с ограниченными возможностями здоровья (по заявлению обучающегося) могут предлагаться одни из следующих вариантов восприятия информации с учетом их индивидуальных психофизических особенностей:

– для лиц с нарушениями зрения: в печатной форме увеличенным шрифтом; в форме электронного документа; в форме аудиофайла (перевод учебных материалов в аудиоформат); в печатной форме на языке Брайля; индивидуальные консультации с привлечением тифлосурдопереводчика; индивидуальные задания и консультации;

– для лиц с нарушениями слуха: в печатной форме; в форме электронного документа;




Министерство науки и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф-Рабочая программа дисциплины		

видеоматериалы с субтитрами; индивидуальные консультации с привлечением сурдопереводчика; индивидуальные задания и консультации;



– для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата: в печатной форме; в форме электронного документа; в форме аудиофайла; индивидуальные задания и консультации.

В случае необходимости использования в учебном процессе частично/исключительно дистанционных образовательных технологий, организация работы ППС с обучающимися с ОВЗ и инвалидами предусматривается в электронной информационно-образовательной среде с учетом их индивидуальных психофизических особенностей.

Разработчик	 _____	доцент _____	Савинов Ю.Г. _____
	подпись	должность	ФИО
Разработчик	 _____	доцент _____	Веревкин А.Б. _____
	подпись	должность	ФИО
Разработчик	 _____	доцент _____	Гаврилова М.С. _____
	подпись	должность	ФИО

Министерство науки и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф-Рабочая программа дисциплины		

### ЛИСТ ИЗМЕНЕНИЙ

№ п/п	Содержание изменения или ссылка на прилагаемый текст изменения	ФИО заведующего кафедрой, реализующей дисциплину/выпускающей кафедрой	Подпись	Дата
1	Внесение изменений в п. 11 «УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ» а. <i>Список литературы, с оформлением приложения 1</i>	Бутов А.А.		22.04.2022
2.	Внесение изменений в п. 11 «УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ» б. <i>Профессиональные базы данных, информационно-справочные системы, с оформлением приложения 2</i>	Бутов А.А.		22.04.2022

Министерство науки и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф-Рабочая программа дисциплины		

Приложение 1

## 11. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### а) Список рекомендуемой литературы

#### основная

1. Зорич, В.А. Математический анализ : учебник для ун-тов. Ч. 1 / В.А. Зорич. – М. : Наука, 1981. – 544 с.
2. Зорич, В.А. Математический анализ : учебник для ун-тов. Ч. 2 / В.А. Зорич. – М. : Наука, 1984. – 640 с.
3. Виноградова, И.А. Математический анализ в задачах и упражнениях : учебное пособие для вузов / И.А. Виноградова, С.Н. Олехник, В.А. Садовничий. – М. : МГУ, 1991.

#### дополнительная


1. Демидович, Б.П. Сборник задач и упражнений по математическому анализу : учебное пособие для вузов / Б.П. Демидович. – М. : Наука, 1990.
2. Максимова, О. Д. Математический анализ в примерах и задачах. Предел функции : учебное пособие для вузов / О. Д. Максимова. — 2-е изд., стер. — Москва : Издательство Юрайт, 2019. — 200 с. — (Университеты России). — ISBN 978-5-534-07222-8. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/442137>
4. Штраус, Л.А. Пределы: методические указания для студентов факультета математики и информационных технологий и факультета управления / Л.А. Штраус, И.В. Барина. – Ульяновск : УлГУ, 2012. – 32 с. – URL: <http://lib.ulsu.ru/MegaPro/Download/MObject/236>.
5. Штраус, Л.А. Дифференцирование и исследование функций : учебно-методические указания / Л.А. Штраус, И.В. Барина. – Ульяновск : УлГУ, 2010. – 30 с. – URL: <http://lib.ulsu.ru/MegaPro/Download/MObject/223>.

#### учебно-методическая

1. Веревкин А. Б. Методические указания для самостоятельной работы студентов по дисциплине «Математический анализ» для студентов всех направлений и специальностей ФМИАТ / А. Б. Веревкин, М. С. Гаврилова, Ю. Г. Савинов; УлГУ, Фак. математики, информ. и авиац. технологий. - Ульяновск : УлГУ, 2019. - Загл. с экрана; Неопубликованный ресурс. - Электрон. текстовые дан. (1 файл : 502 КБ). - Текст : электронный.- <http://lib.ulsu.ru/MegaPro/Download/MObject/4567>

Согласовано:

ДИРЕКТОР НБ / БУРХАНОВА М.М. / 2022  
 Должность сотрудника научной библиотеки      ФИО      подпись      дата

Министерство науки и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф-Рабочая программа дисциплины		

*б. Профессиональные базы данных, информационно-справочные системы*

1. Электронно-библиотечные системы:

1.1. Цифровой образовательный ресурс IPRsmart:электронно-библиотечная система : сайт / ООО Компания«Ай Пи Ар Медиа». - Саратов, [2022]. – URL:<http://www.iprbookshop.ru>. – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей. - Текст : электронный.

1.2. Образовательная платформа ЮРАЙТ :образовательный ресурс, электронная библиотека : сайт / ООО Электронное издательствоЮРАЙТ. – Москва, [2022]. - URL: <https://urait.ru>. – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей. - Текст : электронный.

1.3. База данных «Электронная библиотека технического ВУЗа (ЭБС «Консультант студента»):электронно-библиотечная система : сайт / ООО Политехресурс. – Москва, [2022]. –URL:<https://www.studentlibrary.ru/cgi-bin/mb4x>. – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей. –Текст : электронный.

1.4. Консультант врача. Электронная медицинская библиотека :база данных : сайт / ООО Высшая школа организации и управления здравоохранением-Комплексный медицинский консалтинг. – Москва, [2022]. – URL: <https://www.rosmedlib.ru>. – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей. – Текст : электронный.

1.5. Большая медицинская библиотека : электронно-библиотечная система : сайт / ООО Букап. – Томск, [2022]. – URL: <https://www.books-up.ru/ru/library/>. – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей. – Текст : электронный.

1.6. ЭБС Лань:электронно-библиотечная система : сайт/ ООО ЭБС Лань. –Санкт-Петербург, [2022]. –URL:<https://e.lanbook.com>. – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей. –Текст : электронный.

1.7. ЭБС Znanium.com:электронно-библиотечная система : сайт / ООО Знаниум. - Москва, [2022]. - URL: <http://znanium.com> . – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей. - Текст : электронный.

1.8. ClinicalCollection :научно-информационная база данных EBSCO // EBSCOhost : [портал]. – URL: <http://web.b.ebscohost.com/ehost/search/advanced?vid=1&sid=9f57a3e1-1191-414b-8763-e97828f9f7e1%40sessionmgr102>. – Режим доступа : для авториз. пользователей. – Текст : электронный.

1.9.База данных «Русский как иностранный» :электронно-образовательный ресурс для иностранных студентов : сайт / ООО Компания «Ай Пи Ар Медиа». – Саратов, [2022]. – URL: <https://ros-edu.ru>. – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей. – Текст : электронный.

2. КонсультантПлюс [Электронный ресурс]: справочная правовая система. /ООО «Консультант Плюс» - Электрон. дан. - Москва :КонсультантПлюс, [2022].

3.Базы данных периодических изданий:

3.1. База данных периодических изданий EastView : электронныежурналы/ ООО ИВИС. - Москва, [2022]. –URL:<https://dlib.eastview.com/browse/udb/12>. – Режим доступа: для авториз. пользователей. –Текст : электронный.

3.2. eLIBRARY.RU: научная электронная библиотека : сайт / ООО Научная Электронная Библиотека. – Москва, [2022]. – URL: <http://elibrary.ru>. – Режим доступа : для авториз. пользователей. – Текст : электронный

3.3. Электронная библиотека «Издательского дома «Гребенников» (Grebinnikon) : электроннаябиблиотека / ООО ИД Гребенников. – Москва, [2022]. – URL:

